



REC'D 14 JAN 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 01 898.0

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)**Anmeldetag:**

17. Januar 2003

Anmelder/Inhaber:

Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Einstellung eines Bildsensors

IPC:

H 04 N 5/235

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Stech

06.10.03 Fr/Pv

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Einstellung eines Bildsensors

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Verarbeitungseinheit zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit eines Bildsensors, wobei sich der Bildsensor insbesondere in einem Kraftfahrzeug befindet.

20

Außenraumszenen weisen häufig einen weiten Bereich unterschiedlicher Bestrahlungsstärken auf. Insbesondere bei Verkehrsszenen im Kraftfahrzeugbereich tritt häufig ein großer Unterschied der Bestrahlungsstärken auf. Dies wird beispielsweise bei der Annäherung eines Kraftfahrzeuges im Tageslicht an eine Tunneleinfahrt deutlich. Während außerhalb des Tunnels die Umgebung des Kraftfahrzeuges durch die Sonne hell ist, beobachtet man im Tunnel selbst häufig nur eine schwache Beleuchtung. Bei der geplanten Ausstattung von Kraftfahrzeugen mit Bildsensoren, welche die Umgebung des Kraftfahrzeuges erfassen, ist es wünschenswert, dass die Bildsensoren diesen weiten Bereich von unterschiedlichen Bestrahlungsstärken verarbeiten. Bei der herkömmlichen Regelung eines Bildsensors wird der Bildsensor durch entsprechende Wahl der Parameter Gain, Offset, Integrationszeit und/oder Blende an die Belichtungsverhältnisse angepasst. Bei neueren Entwicklungen von Bildsensoren folgt die Belichtungsempfindlichkeit nicht einer fest eingestellten, linearen oder logarithmischen Kennlinie, sondern die Kennlinie kann insbesondere in einzelnen linearen Abschnitten individuell eingestellt werden. Beispielsweise ist aus dem Patent US 6,348,681 vom 19. Februar 2002 ein CMOS-Bildsensor mit einer einstellbaren, abschnittweisen linearen Kennlinie bekannt. Hinweise auf ein Verfahren und eine Verarbeitungseinheit zur Erreichung eines hohen Informationsgehaltes von erzeugten Bildern fehlen in der US 6,348,681.

25

30

Vorteile der Erfindung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Einstellung der Kennlinie der

5 Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors hat den Vorteil, dass die erzeugten Bildinformationen einen hohen Informationsgehalt aufweisen und einen weiten Dynamikbereich besitzen. Besonders vorteilhaft ist das nachfolgend beschriebene Verfahren bei einem Außeneinsatz des wenigstens einen Bildsensors, da im Außenbereich eine Vielzahl unterschiedlicher Bestrahlungsstärken gleichzeitig in einer Szene auftreten kann.

10 Insbesondere ist das nachfolgend beschriebene Verfahren für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug geeignet, da hierbei beispielsweise Straßenabschnitte, die gleichzeitig in voller Sonne liegen und Schattenbereiche haben, mit einem hohen Informationsgehalt der Bildinformationen abgebildet werden können. In vorteilhafter Weise nutzt das nachfolgend beschriebene Verfahren die zusätzlichen Freiheitsgrade einer Kennlinie der
15 Belichtungsempfindlichkeit mit Abschnitten von Funktionen, insbesondere stetigen und/oder linearen Funktionen, damit der wenigstens eine Bildsensor ein Maximum an Informationen über die momentan abgebildete Szene in seinen Bildern einfängt.

Vorteilhaft ist die Approximation der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit an die optimale
20 Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit durch wenigstens ein numerisches Approximationsverfahren und/oder wenigstens ein Segmentierungsverfahren. Insbesondere die Approximation durch wenigstens ein Segmentierungsverfahren hat den Vorteil, dass das wenigstens eine Segmentierungsverfahren zu einer einfachen Implementierung des Verfahrens auf einem Mikroprozessor beiträgt.

25 Besonders vorteilhaft ist die Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, wobei die Kennlinie in Abschnitten von linearen Funktionen gebildet wird. Kennlinien der Belichtungsempfindlichkeit mit abschnittsweise linearen Funktionen tragen dazu bei, dass die Kennlinien zum einem im Bildsensor einfach realisierbar sind und zum anderen ermöglichen sie
30 eine einfache algorithmische Implementierung des nachfolgend beschriebenen Verfahrens in der Verarbeitungseinheit.

Vorteilhaft ist die Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors in Abhängigkeit von Bildsignalen von wenigstens zwei

Bildsensoren, insbesondere von wenigstens einer Stereokamera, welche mindestens aus zwei Sensoren besteht. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass durch eine Mittelwertbildung der Bildsignale die Genauigkeit und die Robustheit des Verfahrens zur Einstellung der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors erhöht wird.

5

Die beschriebenen Vorteile gelten entsprechend für das nachfolgend beschriebene Verfahren und/oder die nachfolgend beschriebene Verarbeitungseinheit und/oder das nachfolgend beschriebene Computerprogramm.

10

Vorteilhaft ist ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte oder zumindest die wesentlichen Schritte des beschriebenen Verfahrens durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird. Der Einsatz eines Computerprogramms ermöglicht die schnelle und kostengünstige Anpassung des Verfahrens, beispielsweise an unterschiedliche Bildsensoren.

15

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren und aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

20

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigen:

25

- Figur 1 ein Diagramm mit Kennlinien der Belichtungsempfindlichkeit eines Bildsensors,
- Figur 2 ein Diagramm mit Kennlinien der Belichtungsempfindlichkeit eines Bildsensors in Abhängigkeit des Gains und des Offsets,
- Figur 3 ein Blockdiagramm des bevorzugten Ausführungsbeispiels.

30

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden ein Verfahren und eine Verarbeitungseinheit zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors in einem

Kraftfahrzeug beschrieben. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens eines Bildsensors aus dem Histogramm der Grauwerte wenigstens eines Bildes die optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit bestimmt. Die frei definierbare, abschnittsweise lineare Kennlinie des Bildsensors wird so gewählt, dass sie zumindest annähernd mit der optimalen Kennlinie übereinstimmt. Dabei wird neben der Größe und/oder der Position der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit alternativ oder zusätzlich die Gestalt der Kennlinie eingestellt.

Figur 1 zeigt ein Diagramm mit drei Kennlinien der Belichtungsempfindlichkeit 14, 16, 18 eines Pixels eines Bildsensors. Auf der Abszisse ist die Belichtung 10 aufgetragen. Die Belichtung 10 ist hierbei in frei definierten virtuellen Einheiten von 0 bis 100 aufgetragen, wobei die Belichtung 10 beispielsweise ein Maß der Bestrahlungsstärke oder der Beleuchtungsstärke ist. Dabei ist die Bestrahlungsstärke eine physikalische Größe, welche die Strahlungsleistung pro Fläche angibt, während die Beleuchtungsstärke die entsprechende photometrische Größe mit der Einheit Lux ist, welche die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges berücksichtigt. Auf der Ordinate ist das Ausgangssignal 12 des Pixels des Bildsensors als frei definierte virtuelle Einheit von 0 bis 1000 aufgetragen. Das Ausgangssignal 12 kann dabei als digitales oder analoges Signal vorliegen. Als erste Form der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit ist in Figur 1 eine lineare Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 14 eingezeichnet. Weiter zeigt das Diagramm in Figur 1 eine logarithmische Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 16 und eine abschnittsweise lineare Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 18.

Figur 2 zeigt ein Diagramm mit vier abschnittsweise linearen Kennlinien der Belichtungsempfindlichkeit 20, 22, 24, 26 eines Pixels eines Bildsensors in Abhängigkeit des Gains und/oder des Offsets. Entsprechend Figur 1 ist auf der Abszisse die Belichtung 10 in frei definierten virtuellen Einheiten von 0 bis 100 aufgetragen. Auf der Ordinate ist das Ausgangssignal 12 des Pixels des Bildsensors als frei definierte virtuelle Einheit von 0 bis 2000 aufgetragen. Bei der ersten Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 20 ist der Gain (Verstärkung) 1 und der Offset 0. Dagegen hat der Offset bei der zweiten Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 22 einen Wert von +100, während er bei der dritten Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 24 einen Wert von -100 aufweist. Sowohl bei der zweiten Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 22 als auch bei der dritten Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 24 ist der Gain 1. Bei der vierten Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 26 beträgt der Gain 2 bei einem Offset von 0. Eine Änderung des

Offsets verschiebt die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Ordinateurichtung, während eine Änderung des Gains und/oder eine Änderung der Integrationszeit die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Ordinateurichtung spreizt oder staucht. Eine frei konfigurierbare, abschnittsweise lineare Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, wie beispielsweise die erste Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 20 in Figur 2, führt zu mehr Freiheitsgraden bei der Einstellung wenigstens eines Pixels des Bildsensors, da hier einzelne Abschnitte individuell eingestellt werden können. Neben der Größe und der Lage der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 20, 22, 24, 26 ist es hierdurch alternativ oder zusätzlich möglich, die Form der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 20, 22, 24, 26 zu ändern.

Figur 3 zeigt ein Blockdiagramm des bevorzugten Ausführungsbeispiels, bestehend aus einem Bildsensor 40 und einer Verarbeitungseinheit 42 mit verschiedenen Modulen 50, 52, 54, 56. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel befindet sich der Bildsensor 40 hinter der Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeuges im Bereich des Innenrückspiegels. In einer Variante des bevorzugten Ausführungsbeispiels ist der Bildsensor 40 in der Stoßstange und/oder in einem Seitenspiegel und/oder in der Rückleuchte eingebaut. Der Bildsensor 40 ist so ausgerichtet, dass der Bilderfassungsbereich wenigstens einen Teil der Umgebung des Kraftfahrzeuges umfasst. Als Bildsensor 40 wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel ein schwarz/weiß CMOS-Bildsensor mit einer Auflösung von 640x480 Pixel mit 8-Bit-Grauwertauflösung verwendet. Der Bildsensor 40 weist eine frei konfigurierbare, abschnittsweise lineare Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit auf, wobei die Anzahl der Abschnitte und/oder die Lage der Abschnitte und/oder die Größe der einzelnen Abschnitte und/oder wenigstens ein Parameter der linearen Funktionen in einem Abschnitt einstellbar ist. Alternativ oder zusätzlich wird der Gain und/oder der Offset und/oder die Integrationszeit eingestellt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit für alle Pixel des Bildsensors 40 gemeinsam eingestellt. Die einzelnen Module 50, 52, 54, 56 der Verarbeitungseinheit 42 sind in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel in einem digitalen Mikroprozessor implementiert, der die nachfolgend beschriebenen Funktionen der Module 50, 52, 54, 56 als Programme, Programmteile oder Programmschritte realisiert. In einer Variante sind wenigstens zwei Mikroprozessoren vorgesehen, auf welche die einzelnen Module 50, 52, 54, 56 verteilt sind. Selbstverständlich ist es ebenfalls möglich die einzelnen Module auf diskrete Verarbeitungseinheiten mit eigener Rechenausstattung zu verteilen. Die von dem Bildsensor 40 erzeugten Bildsignale werden über die Signalleitung 44 zur Verarbeitungseinheit 42 übertragen. Die Übertragung der Bildsignale erfolgt elektrisch und/oder optisch und/oder per

Funk. Aus den eingehenden Bildsignalen, also den Kamerabildern, wird im Modul zur Bestimmung des Histogramms 50 das Histogramm der Grauwerte bestimmt. Das Histogramm der Grauwerte gibt die Häufigkeit der einzelnen Grauwerte eines Bildes oder eines Bildausschnittes an. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das Histogramm der Grauwerte aus einem Gesamtbild bestimmt. Zu jedem Grauwert wird im Modul zur Bestimmung des Histogramms 50 in Abhängigkeit der eingestellten Parameter, wie dem Gain und/oder dem Offset und/oder der Integrationszeit, und/oder den Parametern zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, wie der Anzahl der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder der Lage der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder der Größe der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder der wenigstens eine Parameter der linearen Funktionen, die zugehörige Beleuchtungsstärke in frei definierbaren, virtuellen Einheiten bestimmt. Im Modul zur Bestimmung der optimalen Kennlinie 52 wird in Abhängigkeit des im vorhergehenden Modul zur Bestimmung des Histogramms 50 bestimmten Histogramms der Grauwerte die optimale Kennlinie berechnet. Bei N Grauwerten im Histogramm mit den jeweiligen Häufigkeiten h_j und den zugehörigen Beleuchtungsstärken Φ_j ergibt sich eine Tabelle aus N Elementen, deren Eintrag i sich beispielsweise aus

$$g_i = \frac{G_{\max}}{\Phi_N} \sum_{j=1}^i h_j (\Phi_j - \Phi_{j-1}) \quad \text{mit } \Phi_0=0, 1 \leq i \leq N$$

berechnet, wobei G_{\max} den maximal darstellbaren Grauwert bezeichnet. Die so berechnete Abbildungsfunktion von Beleuchtungsstärken Φ auf Grauwerte g stellt die informationstheoretisch optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit für das gegebene Histogramm dar und ist eine optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit. Die optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit zeichnet sich grundsätzlich dadurch aus, dass nach der Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit des Bildsensors, die an die bestimmte optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit approximiert ist, die Häufigkeit der einzelnen Grauwerte im Histogramm der Bildsignale, also des Kamerabildes des Bildsensors, annähernd konstant ist und/oder die Grauwertdichte des Histogramms der Bildsignale, also des Kamerabildes des Bildsensors, annähernd konstant ist. Die Häufigkeit eines Grauwerts bezeichnet dabei die Anzahl an Pixel innerhalb des Kamerabildes die diesen Grauwert aufweisen, bezogen auf die Gesamtanzahl an Pixel. Eine konstante Häufigkeit der Grauwerte innerhalb eines Histogramms eines Bildes wird als ein Gleichverteiltes Histogramm bezeichnet. Die Grauwertdichte bezeichnet dabei die Summe der Häufigkeiten $h(g_i)$ von Grauwerten g_i in einem Intervall Δg von Grauwerten bezogen auf dieses Intervall Δg : \sum

$h(g_i)/\Delta g$. Im Modul zur Approximation der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 54 wird die abschnittsweise lineare Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit der Pixel des Bildsensors nun so gewählt, dass sie möglichst genau mit der erhaltenen optimalen Kennlinie übereinstimmt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird dies im Modul zur Approximation der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 54 durch eine numerische Minimierung des quadratischen Abstands zwischen der optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und der abschnittsweise linearen Kennlinie unter Variation der Parameter durchgeführt. Alternativ oder zusätzlich wird in einer Variante des bevorzugten Ausführungsbeispiels das in Hwa-Cho Yi: Sensordatenauswertung mit Fuzzy-Logik für das automatisierte Entgraten (München: Hanser-Verlag, 1993, Dissertation TU-Berlin, Seite 76-79) beschriebene Segmentierungsverfahren verwendet. Dieses Segmentierungsverfahren arbeitet nach der iterativen Endpunktmethode oder dem Prinzip der Suche nach dem längsten Segment. Die bestimmten Parameter, wie der Gain und/oder der Offset und/oder die Integrationszeit und/oder Anzahl der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder der Lage der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder der Größe der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Parameter der linearen Funktionen, werden vom Modul zur Approximation der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit 54 an das Modul zur Erzeugung der Einstellsignale 56 übertragen. Im Modul zur Erzeugung der Einstellsignale 56 werden aus den bestimmten Parametern das wenigstens eine entsprechende Einstellsignal bestimmt und das wenigstens eine Einstellsignal wird über die Signalleitung 46 elektrisch und/oder optisch und/oder per Funk an den Bildsensor 40 übertragen. Im Bildsensor 40 erfolgt die Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von wenigstens einem Einstellsignal. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit im auf die Ermittlung der optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit folgenden Bild wirksam. Alternativ oder zusätzlich wird in weiteren Varianten die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit im selben Bild und/oder im übernächsten Bild und/oder in wenigstens einem weiteren Bild wirksam.

Die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder der erfindungsgemäßen Verarbeitungseinheit und/oder des erfindungsgemäßen Computerprogramms zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors wird deutlich, wenn der wenigstens eine Bildsensor ein Eingangsbild mit einem Grauwertkeil aufnimmt, wobei der Grauwertkeil aus zwei Abschnitten mit unterschiedlicher Steigung der

Grauwerte besteht. Bei andersartig eingestellten und/oder gesteuerten und/oder geregelten Bildsensoren mit abschnittsweise linearer Kennlinie tritt bei einer variablen Gesamtbeleuchtung des Grauwertkeils eine durch die geknickte Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit verursachte Scheinkontur auf, die nicht mit der Abschnittsgrenze des Grauwertkeils übereinstimmt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren und/oder die erfindungsgemäße Verarbeitungseinheit und/oder das erfindungsgemäße Computerprogramm wird diese Scheinkontur dagegen genau auf oder zumindest sehr nahe an der Trennlinie liegen, auch wenn die Gesamtbeleuchtung verändert wird.

10 Das beschriebene Verfahren und/oder die Verarbeitungseinheit und/oder das
Computerprogramm sind nicht auf die Einstellung der Kennlinie der
Belichtungsempfindlichkeit eines Bildsensors in einem Kraftfahrzeug beschränkt. Vielmehr
lässt sich die beschriebene Vorgehensweise mit den entsprechenden Merkmalen auch außerhalb
der Kraftfahrzeugtechnik anwenden, ferner bei mehr als einem Bildsensor. Weiter ist das
15 beschriebene Verfahren und/oder die Verarbeitungseinheit und/oder das Computerprogramm
nicht auf die Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit beschränkt. Vielmehr ist
die Vorgehensweise insbesondere auch zur Steuerung und/oder Regelung der Kennlinie der
Belichtungsempfindlichkeit geeignet.

20 In einer Variante des beschriebenen Verfahrens und/oder der Verarbeitungseinheit und/oder des
Computerprogramms erfolgt die Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit
wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors in Abhängigkeit wenigstens eines
Bildausschnittes wenigstens eines Bildsensors. In einer ersten Ausführung ist vorgesehen, dass
der Bildausschnitt von wenigstens einem Benutzer manuell spezifizierbar ist, während in einer
25 weiteren Ausführung der Bildausschnitt von der Verarbeitungseinheit automatisiert bestimmt
wird.

Bei einer weiteren Variante ist alternativ oder zusätzlich vorgesehen, dass die Einstellung der
Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors
30 in Abhängigkeit von Bildsignalen, insbesondere wenigstens eines Bildes und/oder wenigstens
eines Bildausschnittes, von wenigstens zwei oder mehr Bildsensoren erfolgt. Alternativ oder
zusätzlich wird die Einstellung der Kennlinie Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines
Pixels wenigstens eines Bildsensors in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens einer
Stereokamera durchgeführt. Die Stereokamera besteht dabei aus wenigstens zwei Bildsensoren,

die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen. Beispielsweise wird hierbei aus den Bildern und/oder Bildausschnitten ein gemeinsames Histogramm der Grauwerte berechnet und zur Bestimmung der optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit verwendet.

- 5 Allgemein ist die beschriebene Vorgehensweise nicht auf schwarz/weiß CMOS-Bildsensor mit einer Auflösung von 640x480 Pixel mit 8-Bit-Grauwertauflösung beschränkt. Vielmehr ist das Verfahren und/oder die Verarbeitungseinheit und/oder das Computerprogramm für alle Typen von Bildsensoren geeignet. Voraussetzung ist lediglich, dass die Bildsensoren eine konfigurierbare Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit mit Abschnitten mit Funktionen, insbesondere stetige und/oder lineare Funktionen, aufweisen. Beispielsweise wird in einer Variante ein CCD-Bildsensor verwendet. In einer weiteren Variante wird alternativ oder zusätzlich ein Bildsensor mit einer abschnittsweise logarithmischen Kennlinie verwendet. Die beschriebene Vorgehensweise mit den entsprechenden Merkmalen ist weiterhin auch bei wenigstens einem Farbbildsensor anwendbar. Alternativ oder zusätzlich wird in einer weiteren Variante die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors eingestellt.
- 10
- 15

06.10.03 Fr/Pv

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, wobei die Kennlinie in Abschnitten von Funktionen gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens eines Teils der von dem wenigstens einen Bildsensor erfassten Szene derart eingestellt wird, dass die Häufigkeit der Grauwerte wenigstens eines Teils des Histogramms von Bildsignalen des wenigstens einen Bildsensors des wenigstens einen Teils der erfassten Szene annähernd konstant ist und/oder die Grauwertdichte wenigstens eines Teils des Histogramms von Bildsignalen des wenigstens einen Bildsensors des wenigstens einen Teils der erfassten Szene annähernd konstant ist.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens eines Teils der von dem wenigstens einen Bildsensor erfassten Szene derart eingestellt wird, dass bei Erfassung eines Grauwertkeiles mit zwei Abschnitten mit unterschiedlicher Steigung der Grauwerte als Szene der wenigstens einen Bildsensor ein nahezu scheinkonturfrees Bild erzeugt.

25

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von einer bestimmten optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, insbesondere einer bestimmten informationstheoretisch optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, eingestellt wird, wobei die optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder die

30

informationstheoretisch optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von Bildsignalen des wenigstens einen Bildsensors bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch wenigstens einen der folgenden Schritte:
- Bestimmung der optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit eines Histogramms der Grauwerte wenigstens eines Bildes und/oder wenigstens eines Bildausschnittes,
 - Approximation der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit an die bestimmte optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, insbesondere Approximation der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit durch wenigstens ein numerisches Approximationsverfahren und/oder wenigstens ein Segmentierungsverfahren an die bestimmte optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gain und/oder der Offset und/oder die Integrationszeit und/oder wenigstens ein weiterer Parameter zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit des wenigstens einen Pixels des wenigstens einen Bildsensors eingestellt wird, wobei der wenigstens eine weitere Parameter zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens ein Parameter zur Einstellung der Anzahl der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Parameter zur Einstellung der Lage der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Parameter zur Einstellung der Größe der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Parameter zur Einstellung der wenigstens einen Funktion ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Funktionen eine lineare Funktion ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit des wenigstens einen Pixels des wenigstens einen Bildsensors in Abhängigkeit von Bildsignalen von wenigstens zwei Bildsensoren, insbesondere wenigstens einer Stereokamera, eingestellt wird.

- 5 8. Verarbeitungseinheit zur Erzeugung wenigstens eines Einstellsignals zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, wobei die Kennlinie in Abschnitten von Funktionen, insbesondere von linearen Funktionen, gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit das wenigstens eine Einstellsignal derart erzeugt, um die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens eines Teils der von dem wenigstens einen Bildsensor erfassten Szene derart einzustellen, dass die Häufigkeit der Grauwerte wenigstens eines Teils des Histogramms von Bildsignalen des wenigstens einen Bildsensors des wenigstens einen Teils der erfassten Szene annähernd konstant ist und/oder die Grauwertdichte wenigstens eines Teils des Histogramms von Bildsignalen des wenigstens einen Teils der erfassten Szene annähernd konstant ist.
- 10
- 15 9. Verarbeitungseinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit das wenigstens eine Einstellsignal derart erzeugt, um die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens eines Teils der von dem wenigstens einen Bildsensor erfassten Szene derart einzustellen, dass bei Erfassung eines Grauwertkeiles aus zwei Abschnitten mit unterschiedlicher Steigung der Grauwerte als Szene der wenigstens einen Bildsensor ein nahezu scheinkonturfrees Bild erzeugt.
- 20
- 25 10. Verarbeitungseinheit nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von einer bestimmten optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, insbesondere einer bestimmten informationstheoretisch optimalen Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit, einstellt, wobei die Verarbeitungseinheit die optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder die informationstheoretisch optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit von Bildsignalen des wenigstens einen Bildsensors bestimmt.
- 30
11. Verarbeitungseinheit nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verarbeitungseinheit die optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit in Abhängigkeit eines Histogramms der Grauwerte wenigstens eines Bildes und/oder wenigstens eines Bildausschnittes bestimmt, und/oder

- die Verarbeitungseinheit die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit an die bestimmte optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit approximiert, insbesondere dass die Verarbeitungseinheit die Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit durch numerische Approximationsverfahren und/oder Segmentierungsverfahren an die bestimmte optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit approximiert.

12. Verarbeitungseinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit wenigstens ein Einstellsignal zur Einstellung des Gains und/oder des Offsets und/oder der Integrationszeit und/oder wenigstens ein weiteres Einstellsignal zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit des wenigstens einen Pixels des wenigstens einen Bildsensors erzeugt, wobei das wenigstens eine weitere Einstellsignal zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens ein Einstellsignal zur Einstellung der Anzahl der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Einstellsignal zur Einstellung der Lage der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Einstellsignal zur Einstellung der Größe der Abschnitte der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit und/oder wenigstens ein Einstellsignal zur Einstellung der wenigstens einen Funktion ist.

13. Verarbeitungseinheit nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit das wenigstens eine Einstellsignal zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit des wenigstens einen Pixels des wenigstens einen Bildsensors in Abhängigkeit von Bildsignalen von wenigstens zwei Bildsensoren, insbesondere wenigstens einer Stereokamera, erzeugt.

14. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

06.10.03 Fr/Pv

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Einstellung eines Bildsensors

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Verarbeitungseinheit zur Einstellung der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit wenigstens eines Pixels wenigstens eines Bildsensors in einem Kraftfahrzeug vorgeschlagen. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird in Abhängigkeit von Bildsignalen wenigstens eines Bildsensors aus dem Histogramm der Grauwerte wenigstens eines Bildes die optimale Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit bestimmt. Die frei definierbare, abschnittsweise lineare Kennlinie des Bildsensors wird so gewählt, dass sie

20 zumindest annähernd mit der optimalen Kennlinie übereinstimmt. Dabei wird neben der Größe und/oder der Position der Kennlinie der Belichtungsempfindlichkeit alternativ oder zusätzlich die Gestalt der Kennlinie eingestellt.

20

(Figur 3)

25

2/2

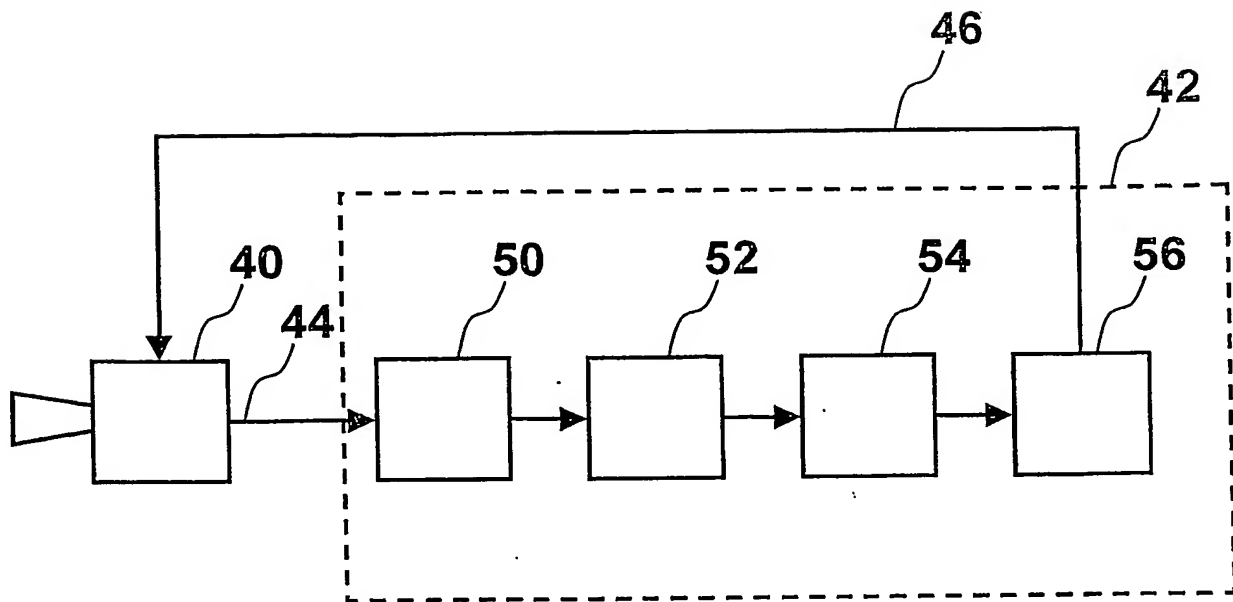


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.